

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-36873

(43)公開日 平成9年(1997)2月7日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 04 L 12/28		9466-5K	H 04 L 11/20	G
H 04 Q 3/00			H 04 Q 3/00	
		9466-5K	H 04 L 11/20	H

審査請求 有 請求項の数5 O.L (全 13 頁)

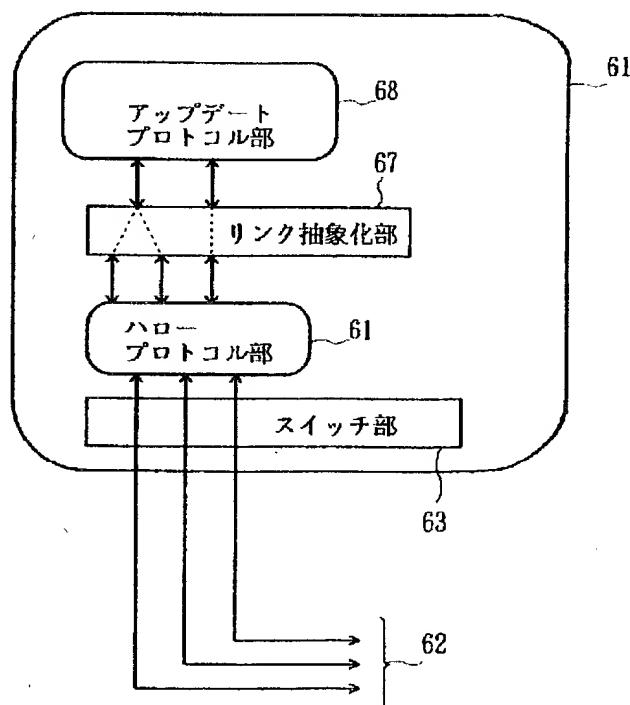
(21)出願番号	特願平7-182320	(71)出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22)出願日	平成7年(1995)7月19日	(72)発明者	岩田 淳 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		(74)代理人	弁理士 山内 梅雄

## (54)【発明の名称】 リンクステートルーティング装置

## (57)【要約】

【課題】 隣接スイッチ間を結ぶリンク数に係わらず、ネットワーク内で交換されるリンクステート情報の量を低減できるリンクステートルーティング装置を提供する。

【解決手段】 隣接スイッチとの間を接続するリンク62のそれぞれが、ネットワーク内のどのスイッチと接続されているかをハロープロトコル部66は検知する。リンク抽象化部は、同一のスイッチに接続されている複数のリンクを仮想的に1つにまとめた抽象リンクを設定し、複数のリンクのリンクステート情報を総合して抽象リンクに対するリンクステートを作成する。リンクステートアップデーティプロトコル部68は、抽象リンクステート情報を配付することでネットワーク内のスイッチの保有するリンクトポジを一致させる。抽象リンクで複数のリンクを代表したので、配付すべき情報量を低減することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ネットワーク内を伝送されるパケットの交換を行うスイッチ手段と、ネットワークの物理的な伝送路である物理リンクの伝送特性を表わしたリンクステート情報をこのスイッチ手段に接続されている複数の物理リンクのそれぞれについて登録したリンクステート登録手段と、前記スイッチ手段に接続されているそれぞれの物理リンクの他端がネットワークの伝送経路の分岐点として配置されているいずれのスイッチに接続されているかを検知する隣接スイッチ検知手段と、前記リンクステート登録手段に登録されている物理リンクの他端に接続されているスイッチの等しいものどうしを仮想的に1つにまとめた抽象リンクを設定する抽象リンク設定手段と、この抽象リンク設定手段によって抽象リンクとして1つにまとめられた個々の物理リンクについてのリンクステート情報を基にして仮想的に設定された抽象リンクの伝送特性を表わした抽象リンクステート情報を生成する抽象リンクステート情報生成手段と、この抽象リンクステート情報生成手段によって生成された抽象リンクステート情報をネットワーク内の全てのスイッチに配付する抽象リンクステート配付手段とを具備することを特徴とするリンクステートルーティング装置。

【請求項2】 ネットワーク内を伝送されるパケットの交換を行うスイッチ手段と、ネットワークの物理的な伝送路である物理リンクと論理的な伝送路である論理リンクの伝送特性を表わしたリンクステート情報をこのスイッチ手段に接続されている複数の物理リンクおよび論理リンクのそれぞれについて登録したリンクステート登録手段と、前記スイッチ手段に接続されている物理リンクおよび論理リンクのそれぞれの他端がネットワークの伝送経路の分岐点として配置されているいずれのスイッチに接続されているかを検知する隣接スイッチ検知手段と、前記リンクステート登録手段に登録されている物理リンクおよび論理リンクの他端に接続されているスイッチの等しいものどうしを仮想的に1つにまとめた抽象リンクを設定する抽象リンク設定手段と、この抽象リンク設定手段によって抽象リンクとして1つにまとめられた個々の物理リンクおよび論理リンクについてのリンクステート情報を基にして仮想的に設定された抽象リンクの伝送特性を表わした抽象リンクステート情報を生成する抽象リンクステート情報生成手段と、この抽象リンクステート情報生成手段によって生成された抽象リンクステート情報をネットワーク内の全てのスイッチに配付する抽象リンクステート配付手段とを具備することを特徴とするリンクステートルーティング装置。

【請求項3】 前記隣接スイッチ検知手段は、前記スイッチ手段に接続されているリンクの数が増減したとき、各リンクの他端に接続されているスイッチを検知し、前記抽象リンク設定手段はこの隣接スイッチ検知手段の検出結果を基に抽象リンクの設定をやり直し、前記抽象リンクステート生成手段は改めて設定された抽象リンクについて抽象リンクステートを生成することを特徴とする請求項1または請求項2記載のリンクステートルーティング装置。

10 【請求項4】 前記リンクステート配付手段は、前記スイッチ手段に接続されているリンクの数が増減したことにより前記抽象リンク設定手段の設定する抽象リンクの接続状態が変化したとき、仮想的に設定された抽象リンクの接続状態をネットワーク内の全てのスイッチに通知することを特徴とする請求項1または請求項2記載のリンクステートルーティング装置。

【請求項5】 前記リンクステート配付手段は、配付すべき抽象リンクステート情報がネットワーク内の全てのスイッチに到達しなかったとき、到達しなかったスイッチに対して前記抽象リンクステート情報を再送することを特徴とする請求項1または請求項2記載のリンクステートルーティング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、非同期転送通信モードで通信の行われるネットワークにおいてパケットを伝送する際の最適なルートを選択するリンクステートルーティング装置に係わり、特にルートの分岐点となる各スイッチ間に複数の物理リンクあるいは論理リンクの設けられたネットワークを対象としたリンクステートルーティング装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】大規模なネットワークは、その伝送ルートの分岐点となるノードあるいはスイッチを多数備えており、これらスイッチ間を伝送路により網目状に結んでいる。また、スイッチ間で伝送可能な情報量を増やすために、スイッチ間に複数の物理リンクあるいは論理リンクを設けることが行われている。このため、ネットワークの1つのスイッチから目的とするスイッチに到達するまでに取り得るルートは複数あり、どのスイッチを経由すれば最適なルートになるかを決定する必要がある。このようにネットワークに最適なルートを設定する装置がリンクステートルーティング装置である。最適なルートを決定するためには、各スイッチに配置されたリンクステートルーティング装置がネットワーク全体の接続状態を把握している必要がある。以後、各スイッチ間の接続状態をリンクトポロジーと呼ぶことにする。

【0003】従来から使用されているリンクステートルーティング装置は、ネットワークにおけるリンクトポロジを把握するために、各スイッチ間に設けられた全ての

リンクについて情報を交換するようになっている。交換される情報は、リンクの接続状態や、そのリンクを用いた場合の通信費用や通信の安定性を示すリンクコストなどである。これらの情報を以後、リンクステート情報と呼ぶことにする。リンクステートルーティング装置は、交換により得たリンクトポロジを基にして所定の計算アルゴリズムで最短経路を求めている。このようなリンクステートルーティング装置については、インターネットエンジニアリングタスクフォース (Internet Engineering Task Force (IETF)) において 1991 年 6 月に承認されたリクエストフォーコメント (Request For Comments (RFC)) 1247 の標準プロトコル案 “オーエスピー-エフ バージョン 2 (OSPF Version2)” の 20 ~ 32 頁に記載されている。

【0004】この技術は IP (インターネットプロトコル) 上で実現されるルーティングプロトコルであり、スイッチ (IP ルータと呼ばれている。) はスイッチ間に設けられた全てのリンクの両端に IP アドレスを割り当て、スイッチ間に存在するすべてのリンクコストを交換している。たとえば、第 1 のスイッチと第 2 のスイッチの間に、3 つの物理リンクが形成されているとする。このとき、これら 3 つのリンクの各両端に IP アドレスを割り当て、各物理リンクごとにリンクコストの交換を行っている。また、非同期転送モード (Asynchronous Transfer Mode 以下 ATM という。) の通信においては、仮想的に設定される論理リンクがあり、物理リンクおよび論理リンクのそれぞれについてリンクコストの交換を行うことになる。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】このように従来のリンクステートルーティング装置では、各スイッチ間に複数のリンクが存在するとき、それぞれのリンクについてリンクコストを表現したリンクステート情報を交換している。このため、スイッチの数が同一であっても、それらの間を結ぶ物理あるいは論理リンクの数が増加するだけで交換すべきリンクステート情報の量が増え、ネットワークの各スイッチにこの情報を配付するための時間が長くかかるという問題がある。また、ネットワーク内の全てのリンクについてのリンクステート情報を各スイッチで蓄える必要があり、リンクステート情報を蓄積するリンクステートデータベースの大きくなってしまう。さらに、ルーティングを行う際に参照すべきリンクステートデータベースが大きく、その上、同一のスイッチを経由する場合でも物理あるいは論理リンクごとに最短経路の候補が生じるので、検索時間が長くなるという問題がある。

【0006】そこで本発明の目的は、隣接スイッチ間を結ぶリンク数に係わらず、ネットワーク内で交換されるリンクステート情報の量を低減することのできるリンクステートルーティング装置を提供することにある。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】請求項 1 記載の発明では、ネットワーク内を伝送されるパケットの交換を行うスイッチ手段と、ネットワークの物理的な伝送路である物理リンクの伝送特性を表わしたリンクステート情報をこのスイッチ手段に接続されている複数の物理リンクのそれぞれについて登録したリンクステート登録手段と、スイッチ手段に接続されているそれぞれの物理リンクの他端がネットワークの伝送経路の分岐点として配置されているいずれのスイッチに接続されているかを検知する隣接スイッチ検知手段と、リンクステート登録手段に登録されている物理リンクの他端に接続されているスイッチの等しいものどうしを仮想的に 1 つにまとめた抽象リンクを設定する抽象リンク設定手段と、この抽象リンク設定手段によって抽象リンクとして 1 つにまとめられた個々の物理リンクについてのリンクステート情報を基にして仮想的に設定された抽象リンクの伝送特性を表わした抽象リンクステート情報を生成する抽象リンクステート情報生成手段と、この抽象リンクステート情報生成手段によって生成された抽象リンクステート情報をネットワーク内の全てのスイッチに配付する抽象リンクステート配付手段とをリンクステートルーティング装置に具備させている。

【0008】すなわち請求項 1 記載の発明では、複数の物理リンクが同一の隣接スイッチとの間に設けられているとき、それらを 1 つにまとめた抽象リンクを仮想的に設定している。そして複数の物理リンクについてのリンクステート情報を基にして抽象リンクの伝送特性を表わした抽象リンクステートを生成しこれをネットワーク内のスイッチに配付している。同一スイッチとの間に設けられた複数の物理リンクの状態情報を、抽象リンクの抽象リンクステートで代表して表わし、これを配付するようにしたので、配付すべき情報量は、スイッチの数に依存し物理リンクの数に左右されない。

【0009】請求項 2 記載の発明では、ネットワーク内を伝送されるパケットの交換を行うスイッチ手段と、ネットワークの物理的な伝送路である物理リンクと論理的な伝送路である論理リンクの伝送特性を表わしたリンクステート情報をこのスイッチ手段に接続されている複数の物理リンクおよび論理リンクのそれぞれについて登録したリンクステート登録手段と、スイッチ手段に接続されている物理リンクおよび論理リンクのそれぞれの他端がネットワークの伝送経路の分岐点として配置されているいずれのスイッチに接続されているかを検知する隣接スイッチ検知手段と、リンクステート登録手段に登録されている物理リンクおよび論理リンクの他端に接続されているスイッチの等しいものどうしを仮想的に 1 つにまとめられた個々の物理リンクおよび論理リンクについて

てのリンクステート情報を基にして仮想的に設定された抽象リンクの伝送特性を表わした抽象リンクステート情報を生成する抽象リンクステート情報生成手段と、この抽象リンクステート情報生成手段によって生成された抽象リンクステート情報をネットワーク内の全てのスイッチに配付する抽象リンクステート配付手段とをリンクステートルーティング装置に具備させている。

【0010】すなわち請求項2記載の発明では、同一の隣接スイッチとの間に設けられている物理リンクおよび論理リンクを仮想的に1つにまとめて抽象リンクを設定している。そして各物理および論理リンクについてのリンクステート情報を基にして抽象リンクの伝送特性を表わした抽象リンクステートを生成しこれをネットワーク内のスイッチに配付している。同一スイッチとの間に設けられた複数のリンクの状態情報を、抽象リンクの抽象リンクステートで代表して表わし、これを配付するようにしたので、配付すべき情報量は物理および論理リンクの数に左右されずスイッチの数だけに依存する。

【0011】請求項3記載の発明では、隣接スイッチ検知手段は、スイッチ手段に接続されているリンクの数が増減したとき、各リンクの他端に接続されているスイッチを検知し、抽象リンク設定手段はこの隣接スイッチ検知手段の検出結果を基に抽象リンクの設定をやり直し、抽象リンクステート生成手段は改めて設定された抽象リンクについて抽象リンクステートを生成するようになっている。

【0012】すなわち請求項3記載の発明では、隣接スイッチとの間の物理リンクおよび論理リンクが切断あるいは新たに接続されることによりそのリンク数が増減したとき、抽象リンクを再設定して抽象リンクステートを改めて生成している。個々のリンクの接続状態が変化すると、抽象リンクを構成する物理リンク・論理リンクが変化るので、抽象リンクの接続状態あるいは抽象リンクステートの内容が変わる可能性がある。そこで、各リンクの接続状態が変化したとき、抽象リンクの設定および抽象リンクステートの生成をやり直している。

【0013】請求項4記載の発明では、リンクステート配付手段は、スイッチ手段に接続されているリンクの数が増減したことにより抽象リンク設定手段の設定する抽象リンクの接続状態が変化したとき、仮想的に設定された抽象リンクの接続状態をネットワーク内の全てのスイッチに通知している。

【0014】すなわち請求項4記載の発明では、リンクの増減により抽象リンクが消滅したりあるいは新しい抽象リンクが設けられたとき、抽象リンクの接続状態が変化したことをネットワーク内のすべてのスイッチに通知している。これにより、ネットワーク内の全てのスイッチが保有している抽象リンクについてのリンクトポジを一致させることができる。

【0015】請求項5記載の発明では、リンクステート

配付手段は、配付すべき抽象リンクステート情報がネットワーク内の全てのスイッチに到達しなかったとき、到達しなかったスイッチに対して抽象リンクステート情報を再送している。

【0016】すなわち請求項5記載の発明では、抽象リンクステートが各スイッチに到達しなかったとき、そのスイッチについて再送を行っている。抽象リンクは、隣接するスイッチ間に設けられている複数のリンクを仮想的に1つにまとめたものであるので、抽象リンクステート情報の到達の有無は各スイッチ単位に管理される。

#### 【0017】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の一実施の形態におけるリンクステートルーティング装置を各スイッチに配置したネットワークシステムの構成を表わしたものである。このネットワークシステムはATMにより各パケットの伝送を行うようになっている。ネットワークシステムは、パケットの転送経路の分岐点となるとともに転送すべきルートを選択する第1～第4のATMスイッチ11～14を備えている。第1のATMスイッチ11と第2のATMスイッチ13の間は2つの物理リンク15、16により結ばれている。第1のATMスイッチ11と第3のATMスイッチ13の間は、物理リンク17により結ばれている。同様に第2、第3のATMスイッチ12、13の間は物理リンク18により、また第3、第4のATMスイッチ13、14の間は物理リンク19により結ばれている。さらに第2、第4のATMスイッチ12、14の間には3つの物理リンク21～23が設けられている。

#### 【0018】

各ATMスイッチは、それぞれ物理リンク上のハロープロトコル(Hello protocol)に基づく制御により、ハローパケットを交換することで、隣接するATMスイッチのネットワーク上におけるアドレスを取得する。ハロープロトコルは、隣接するATMスイッチ間で用いられる伝送手順である。この手順により隣接するスイッチ間に設けられている物理リンクごとにハローパケットが送受される。ハローパケットには、自ATMスイッチのアドレスおよび隣接するATMスイッチのアドレスの双方を記述するので、それぞれの物理リンクの先に接続されているATMスイッチのアドレスを互いに取得することができる。これにより、各ATMスイッチは自スイッチと隣接スイッチとの間のトポロジー、すなわち、隣接スイッチとの間におけるリンクの接続状態を認識することができる。図中、両端に矢印の付された実線は、その矢印の示す2つの隣接スイッチ間でハロープロトコル制御パケットが交換されることを表わしている。

【0019】本発明のリンクステートルーティング装置は、隣接するスイッチ間に複数の物理リンクが存在するとき、それらを1つのリンクに抽象化して管理するようになっている。以後、このように抽象化したリンクのことを抽象化リンクと呼ぶことにする。

【0020】図2は、図1に示した物理リンクを抽象化した際におけるネットワークシステムの構成を表わしたものである。図1と同一の部分には同一の符号を付してあり、それらの説明を適宜省略する。第1および第2のATMスイッチ11、12の間に設けられている2つの物理リンク15、16は抽象化され1つの抽象化リンク31に置き換えられている。同様に第2、第4のATMスイッチ12、14の間の3つの物理リンク21～23は、抽象化リンク32に抽象化されている。

【0021】ネットワークシステム全体におけるリンクの接続状態を管理するためには、各隣接スイッチ間の接続状態をネットワーク内の全てのATMスイッチに通知するフラッディングを行う必要がある。隣接するスイッチ間のトポロジーはハロー・パケットにより双方のアドレスを交換することで認識することができる。スイッチ間の物理トポロジーをそのままネットワーク内の全てのATMスイッチにフラッディングすると、通知する情報量が多大になる等の問題がある。そこで、複数の物理リンクにおけるリンクステート情報を1つの抽象化リンクの情報に代表させ、この情報だけを全スイッチにフラッディングし通知するようになっている。このように抽象化リンクにより代表させたリンクステート情報を抽象リンクステート情報と呼ぶことにする。抽象化リンクでの転送はリンクステートアップデートプロトコルによりリンクステートアップデートプロトコル制御パケットを交換することにより行われる。図中、両端に矢印の付された点線は、リンクステートアップデート制御パケットが交換されることを表わしている。

【0022】スイッチ間を結ぶリンクは、隣接スイッチ間をハードウェアにより直接結ぶ物理リンクのみでなく、いくつかのスイッチを経由して隣接するスイッチを仮想的に結ぶVP(Virtual Path)のような論理リンクがある。

【0023】図3は、物理リンクおよび論理リンクによって各スイッチ間が結ばれているネットワークシステムの構成の一例を表わしたものである。図1と同一部分には同一の符号を付してあり、その説明を適宜省略する。このネットワークでは物理リンク15～23の他に、第3のATMスイッチ13を経由して第1と第2のATMスイッチ11、12を結ぶ論理リンク41が設けられている。各ATMスイッチは、物理リンクおよび論理リンクの双方で、ハロー・パケットを交換することにより、隣接スイッチのアドレスを取得し、自スイッチと隣接スイッチとの間の物理トポロジおよび論理トポロジを認識する。

【0024】図4は、図3に示した物理リンクおよび論理リンクの双方を抽象化した際におけるネットワークシステムの構成を表わしたものである。図2と同一部分には同一の符号を付してある。第3のATMスイッチ13を経由する論理リンク41も、第1のATMスイッチ1

1と第2のATMスイッチ12を結ぶリンクとみなせる。そこで、抽象化リンク51は、図3における物理リンク15、16および論理リンク41の3つのリンクを抽象化し1つにまとめている。また、図2と同様に、物理リンクだけで接続されているスイッチ間も抽象化され1本の抽象化リンクで結ばれている。他のスイッチにフラッディングすべきリンクステート情報は、これら抽象化リンクに基づく抽象リンクステートで表現される。抽象リンクステートは、リンクステートアップデートパケットにより、隣接スイッチとの間で交換したり、他のスイッチへフラッディングにより配付される。

【0025】図5は、リンクステートルーティング装置を備えたATMスイッチの構成の概要を表わしたものである。ATMスイッチ61は、各物理あるいは論理リンク62と接続されパケットの転送先の切り替えを行うスイッチ部63と、スイッチ部63を制御しルーティング処理を行うスイッチ制御部64とから構成されている。

【0026】ハロー・プロトコル部66は、ハロー・プロトコルの制御に基づき隣接するスイッチ間でハロー・パケットを交換し、隣接スイッチとの間の物理リンクおよび論理リンクの接続状態を調べる部分である。これにより、隣接スイッチ間におけるリンクトポロジが把握される。リンク抽象化部67は、同一の隣接スイッチとの間に接続されている物理リンクおよび論理リンクを1つの抽象化リンクにまとめ、それらについて抽象リンクステート情報を作成する部分である。リンクステートアップデートプロトコル部68は、抽象化された抽象リンクについての抽象リンクステートを交換する部分である。また、物理あるいは論理リンクが切り離されたり、新たにリンクが設けられたときに、リンクのトポロジを更新するためにネットワーク全体に変更後のリンクトポロジを配付する機能を備えている。これらは、CPU(中央処理装置)、プログラムや各種固定的データを格納したROM(リード・オンリ・メモリ)および作業用メモリとしてのRAM(ランダム・アクセス・メモリ)などから構成される。

【0027】図6は、抽象リンクに関する情報を管理するための抽象リンク管理テーブルの一例を表わしたものである。このテーブルは、図示しないRAMの所定領域に格納されているとともに、複数のテーブルをポインタにより連結した構造になっている。図では、図3および図4に示したネットワークにおける第1のATMスイッチの有する抽象リンク管理テーブルを示してある。隣接スイッチアドレステーブル71は、自スイッチに隣接するATMスイッチに割り当てられているネットワーク上のアドレスを登録するものである。ハロー・プロトコルによって個々の物理および論理リンクの先に接続されている隣接スイッチのアドレスを認識し、同一のアドレスは1つにまとめられて登録されている。したがって、物理あるいは論理リンクごとでは無く、隣接する全てのスイ

ッヂのアドレスがスイッチ単位に登録される。また、隣接スイッチアドレステーブルには、各隣接スイッチのアドレスに対応付けて、抽象リンクを管理するためのテーブルの格納場所を指し示すポインタ情報が登録されている。図ではこれを矢印で示してある。

【0028】隣接スイッチアドレステーブルに登録されているそれぞれのポインタは、抽象リンクに関する情報を格納した各種テーブルを指し示すポインタ群の登録された抽象リンク管理用ポインタテーブル721、722を指している。抽象リンク管理用ポインタテーブル721は、リンクステート情報ポインタ73、再送リストポインタ74、前回フラッディング情報ポインタ75を登録している。このうち、リンクステート情報ポインタ73は、隣接スイッチとの間に結ばれている個々の物理リンクおよび論理リンクに関する情報を登録したリンクステート情報登録テーブル761の格納場所を示すポインタである。再送リストポインタ74は、ネットワーク全体にフラッディングした情報が正常に伝送されなかったとき、これを再送するための情報を登録する再送リスト77の先頭アドレスを指し示すポインタである。前回フラッディング情報ポインタ75は、ネットワークの全てのスイッチに前回フラッディングした抽象リンクステート情報の内容を格納している前回抽象リンクステート情報格納エリア78の配置されているアドレスを指し示すポインタである。

【0029】リンクステート情報登録テーブル761は、隣接スイッチとの間に設けられている個々の物理あるいは論理リンクに関する情報を登録している。このうち、物理リンク番号81は、物理リンクの識別番号を登録する部分である。論理リンク番号82には、仮想パス識別子(Virtual Path Identifier、VPI)等の論理リンク識別番号が登録されている。リンク属性83は、リンクコストや有効帯域、転送遅延時間等の各リンクについての属性を登録する欄である。

【0030】リンクコストは、その物理リンクあるいは論理リンクを介して通信したときに掛かる通信費用を表わしている。たとえば、論理リンクの場合には、東京を経由する場合と大阪を経由する場合とでは、到達先が同一であっても通信費用が異なる。このような通信費用に関しても、最適なルートを選択する基準となるので、リンク属性として登録している。リンクコストは、このほか通信の安定性を表わす値も含まれる。値が大きいほど通信状態が不安定であることを表わしている。ルーティングアルゴリズムは、目的地までの各リンクのリンクコストの合計が大きくならないように経路を選択する。

【0031】有効帯域は、たとえば、1つの物理リンクの伝送容量が100メガビットであったとすると、現在そのうちの何メガビットが空き状態で利用可能であるかを表わしている。転送遅延時間は、当該リンクを介して隣接スイッチに到達するまでの伝送時間を表わしてい

る。

【0032】リンクステート情報登録テーブル761は、図中矢印84で示したポインタを備えており、同一の隣接スイッチとの間を結ぶ他の物理リンクあるいは論理リンクについてのリンクステート情報登録テーブル762の格納エリアを差し示している。このように同一スイッチの間に設けられた各リンクについてのリンクステート情報登録テーブルは、ポインタにより連結されたリンク構造になっている。

10 【0033】再送リスト77は、フラッディングする際に再送すべきパケットを識別し、情報転送の信頼性を保証するために設けられている。リンクステートアップデートプロトコル部によりリンクステートアップデート制御パケットが送信されるたびにそのパケット(図ではLSUと表記してある。)が再送リスト77に付加される。そして、隣接スイッチからパケット到着確認の制御パケットを受け取ったとき、対応するリンクステートアップデート制御パケットを再送リスト77から消去している。したがって、正常に到達しなかったパケットだけが再送リスト77に残る。再送リスト77から全てのパケットが消去されるまで再送することにより、確実にリンクステートアップデート制御パケットを配付することができる。

【0034】隣接スイッチと自スイッチとの間に設けられている複数の物理リンクあるいは論理リンクのうちいずれのリンクを用いて抽象リンクステート情報の交換を行ってもよい。そこで、物理あるいは論理リンク毎に再送リストを用意する必要は無く、隣接スイッチを単位として再送リストを設けている。

30 【0035】前回フラッディング情報ポインタ77によって指し示される前回抽象リンクステート情報格納エリア78には、前回フラッディングした抽象リンクステート情報の内容が登録される。この情報を現在の抽象リンクステート情報の内容と比較し、有効帯域が所定値以上変化した等のリンクステート情報の変化率あるいは変化量を認識し、その変化率あるいは変化量に応じて抽象リンクステート情報の再配付を行うかどうかを判別するようになっている。また、リンクステート情報格納エリア78に格納される抽象リンクステートは、フラッディングが行われるたびに更新される。

【0036】図7は、図5に示したハロープロトコル部の行う処理の流れを表わしたものである。スイッチ部63は、接続されている物理リンクおよび論理リンクが切断されとき、あるいは新しいリンクが接続されたとき、所定の信号をハロープロトコル部66に送るようになっている。ハロープロトコル部66は、この信号を基に、切断あるいは接続によりリンクの接続状況が変化したかどうかを監視する(ステップS101)。接続状況が変化していないときは(ステップS101; N)、隣接スイッチに対してハローパケットを送信する予め定められ

ている周期に達したかどうかをチェックする（ステップS102）。送信周期に達していないときは（ステップS102；N）、ステップS101に戻り、接続状態の監視を再び行う。

【0037】隣接スイッチとの間の接続状況が変化したとき（ステップS101；Y）、あるいは所定の送信周期が到来したとき（ステップS102；Y）、隣接スイッチとの間でハロー・パケットの交換を行う（ステップS103）。ハロー・パケットの交換は、各物理リンクおよび論理リンクについてそれぞれ行われる。ハロー・パケットに含まれている双方のスイッチのアドレス情報を基に、自スイッチがどのATMスイッチと接続されているかを認識する。隣接スイッチゆきのリンクが増減したときは（ステップS104；Y）、リンク抽象化部67に対して、リンクの抽象化をやり直す旨の通知をする（ステップS105）。リンクの増減が無いときは（ステップS104；N）、通知することなく処理を終了する（エンド）。この処理は、常に繰り返し行われる。

【0038】図8は、リンク抽象化部の行う処理の流れを表わしたものである。まず、ハロープロトコル部66からの通知が到来しているかどうかを調べる（ステップS201）。通知が到来していないときは、抽象リンクステート情報を作成するために予め定められた所定の周期に達したかどうかを調べる（ステップS202）。作成周期に達しているときは（ステップS202；Y）、抽象リンクステートを改めて作成する（ステップS203）。リンク抽象化部67は、図6に示したテーブルを参照し、隣接スイッチごとにその間を結ぶ物理リンクおよび論理リンクの全てのリンク属性を総合的に判断して抽象リンクステート情報を作成する。

【0039】リンクの属性にはリンクコストや帯域など種々の要素があるので、様々なトラフィック特性をすべて満足するような最適な抽象化を必ずしも行うことができない。このため、トラフィック特性毎に抽象化するアルゴリズムを変えてよい。たとえば、ファイル転送用のトラフィック特性が要求されているときは、リンク属性の中で帯域を最重視し、遅延の優先度を下げれば、ファイル転送に適した抽象化を行うことができる。

【0040】次に作成した抽象リンクステート情報を前回ラッピングしたものと一定しきい値以上の変化が生じたかどうかを調べる（ステップS204）。ここでは、説明の便宜上、リンクステート情報を帶域の例を挙げる。帶域の変化がしきい値以下のときは（ステップS204；N）、処理を終了する（エンド）。たとえば、抽象化リンクの帶域が減少し、隣接スイッチとの間で伝送できる情報量が減少したときは、そのルートを選択することが不適切となることもある。そこで、最適なルートの選択ができるように抽象化リンクの帶域が変化したこと全てのATMスイッチに通知する必要がある。このような理由からリンク抽象化部67は帶域の変化を常時

調べるようになっている。帶域の変化がしきい値以上の場合には（ステップS204；Y）、作成した抽象リンクステート情報をリンクステートアップデートプロトコル部68に引き渡す（ステップS205）。引き渡す情報には、帶域の変化が生じたのかあるいは接続状態が変化したのかを示す識別情報を付加されている。

【0041】ハロープロトコル部からリンクの接続状況の変化を示す通知が到来したときも（ステップS201；Y）、抽象リンクステート情報を改めて作成する（ステップS206）。リンク抽象化部67は、作成した抽象リンクステート情報をリンクステートアップデートプロトコル部68に引き渡し（ステップS205）、処理を終了する（エンド）。ハロープロトコル部は、図示した処理を繰り返し行うようになっている。

【0042】図9は、リンクステートアップデートプロトコル部の行う処理の流れを表わしたものである。リンクステートアップデートプロトコル部は、2つの機能を果たしている。その1つは、リンクの接続状態が変化したとき、そのことをネットワークの全てのATMスイッチに配付し、ネットワーク内のすべてのスイッチが認識しているリンクドポロジ、すなわちネットワーク内におけるスイッチ間の接続状態を配付する機能（ラッピング）である。ここで配付される情報は、抽象化リンクで代表されるトポロジである。この機能により、ネットワークの各スイッチの持っているリンクステートデータベースの内容の同期が取られる。

【0043】他の1つの機能は、新規スイッチを、既存のネットワークに接続するとき、既にネットワーク内に存在するリンクステートデータベースを取得する（DatabaseSynchronization データベースシンクロナイゼーション）。このように新規スイッチが既存のネットワークに接続されると、ラッピングだけだと、新規スイッチが既存のリンクデータベースを認識するのに時間がかかる。この問題を解決することが本機能である。

【0044】リンクステートアップデートプロトコル部68は、リンク抽象化部67から抽象リンクステート情報を到来しているかどうかを調べる（ステップS301）。リンク抽象部からメッセージが到来しているときは（ステップS301；Y）、そのメッセージに付加されている識別情報を基に接続状態が変化したか、帶域がしきい値以上変化したかを判別する（ステップS302）。接続状態が変化しているときは（ステップS302；Y）、隣接スイッチとの間でリンクステート情報を交換してリンクステートデータベースの同期を取る（ステップS303）。このとき、抽象リンクを表現方法は、リンクの両端に接続されているスイッチのアドレスの組で表わす。たとえば、第1のATMスイッチ11と第2のATMスイッチ12との間の抽象リンクは、第1および第2のATMスイッチのネットワーク上におけるアドレスの組で表わされる。

【0045】隣接スイッチと交換したリンクステートデータベースの内容と自スイッチが交換前に有していたリンクステートデータベースの内容とを比較し、その内容が変化したがどうかを調べる（ステップS304）。内容に変化がないときは（ステップS304；N）物理あるいは論理リンクの接続あるいは切断が起きても抽象リンクのトポロジが変化しなかつたことになる。このときは、ネットワーク全体にリンクステートデータベースを再配付して更新する必要がないので、ステップS301に戻る。リンクステートデータベースの内容に変化が生じているときは（ステップS304；Y）、これをネットワーク内の全てのスイッチに通知し、リンクトポロジを一致させる必要がある。そこで、自スイッチの有するリンクステートデータベースの内容を全てのスイッチに対してフラッディングする（ステップS305）。

【0046】受信したメッセージが帯域の変化を通知するものであるときは（ステップS302；N）、リンク抽象化部67から受け取った抽象リンクステート情報をフラッディングする（ステップS305）。また、リンク抽象部67からメッセージが到来していないときは（ステップS301；N）、抽象リンクステート情報をフラッディングするために設定されている所定の周期に達したかどうかを調べる（ステップS306）。周期に達していないときは（ステップS306；N）、ステップS301に戻る。周期に達したときは（ステップS306；Y）、現在の抽象リンクステート情報を求め、ネットワーク内の全てのスイッチに対してフラッディングする（ステップS305）。但し、このフラッディングの際には、抽象リンクステート情報格納エリア78にその情報を格納する。定期的に抽象リンクステートをフラッディングすることにより、リンクステートルーティングプロトコルの運用の安定化を図ることができる。

【0047】このように、ハローパケットにより各隣接スイッチ間における各物理リンクおよび論理リンクの接続状態が把握され、それぞれのリンクについてのリンクステート情報が登録される。一方、ネットワークの全てのスイッチにフラッディングするときは、隣接スイッチ間を結ぶ複数のリンクを1つの抽象リンクによって代表したときの抽象リンクステート情報を用いている。このため、各物理リンクおよび論理リンクのそれぞれについてのリンクステート情報をフラッディングする場合に比べて転送する情報量が減る。その結果、リンクステート情報の配付時間が短縮され、さらに最適な経路の候補となるリンク数が減ることにより、経路探索時間を短縮することができる。

【0048】以上説明した実施例では、ネットワークにおけるスイッチの数は4つであるが、スイッチの数は任意でよい。また、各スイッチ間に接続されている物理リンクおよび論理リンクの数も適宜の値で良いことは言うまでもない。

## 【0049】

【発明の効果】このように請求項1記載の発明によれば、スイッチ間に接続された複数の物理リンクを1つの抽象リンクで代表し、抽象リンクに対する情報だけをネットワーク内の全てのスイッチに配付するようにしたので、ルーティングのために配付すべき情報量を少なくすることができる。また、配付時間を短縮できるとともに、抽象リンクで代表することで経路の候補数が減少し最適経路の検索時間を容易かつ短時間で行うことができる。

【0050】また請求項2記載の発明によれば、同一の隣接スイッチ間に設けられた物理リンクおよび論理リンクを仮想的に1つの抽象リンクで代表し、抽象リンクに対する情報だけをネットワーク内の全てのスイッチに配付するようにしたので、ルーティングのために配付すべき情報量を少なくすることができる。また、配付時間を短縮できるとともに、抽象リンクで代表することで経路の候補数が減少し最適経路の検索時間を容易かつ短時間で行うことができる。

【0051】さらに請求項3記載の発明によれば、物理リンクおよび論理リンクが切断あるいは新たに接続されることにより各リンクの接続状態が変化したとき、抽象リンクの設定および抽象リンクステートの生成をやり直している。これにより、適切に抽象リンクステートをアップデートすることができる。

【0052】また請求項4記載の発明によれば、リンクの増減により抽象リンクが消滅したりあるいは新しい抽象リンクが設けられたとき、抽象リンクの接続状態が変化したことをネットワーク内のすべてのスイッチに通知している。これにより、ネットワーク内の全てのスイッチが保有している抽象リンクについてのリンクトポロジを一致させることができる。

【0053】さらに請求項5記載の発明によれば、抽象リンクステートが各スイッチに到達しなかったとき、そのスイッチについて再送を行っているので、確実に情報を配付することができる。また再送の必要性の有無をスイッチ単位に判別しているので、再送処理の管理を容易に行うことができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例におけるリンクステートルーティング装置を各スイッチに配置したネットワークシステムの構成を表わした説明図である。

【図2】図1に示した物理リンクを抽象化した際におけるネットワークシステムの構成を表わした説明図である。

【図3】物理リンクおよび論理リンクによって各スイッチ間が結ばれているネットワークシステムの構成の一例を表わした説明図である。

【図4】図3に示した物理リンクおよび論理リンクの双方を抽象化した際におけるネットワークシステムの構成

を表わした説明図である。

【図5】リンクステートルーティング装置を備えたATMスイッチの構成の概要を表わしたブロック図である。

【図6】抽象リンクに関する情報を管理するための抽象リンク管理テーブルの一例を表わした説明図である。

【図7】図5に示したハロープロトコル部の行う処理の流れを表わした流れ図である。

【図8】リンク抽象化部の行う処理の流れを表わした流れ図である。

【図9】リンクステートアップデートプロトコル部の行う処理の流れを表わした流れ図である。

う処理の流れを表わした流れ図である。

#### 【符号の説明】

11～14 ATMスイッチ

15～23 物理リンク

31、32、51 抽象リンク

41 論理リンク

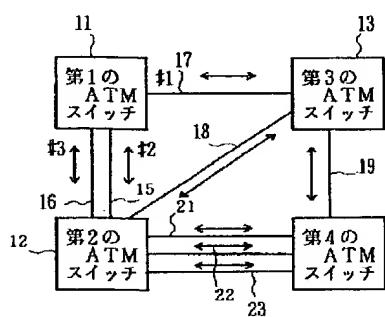
63 スイッチ部

66 ハロープロトコル部

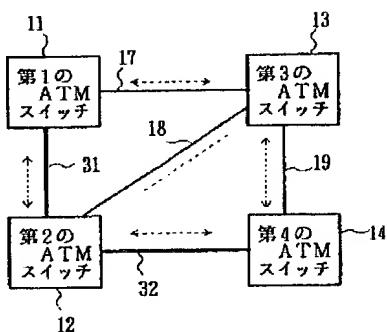
67 リンク抽象化部

10 68 リンクステートアップデートプロトコル部

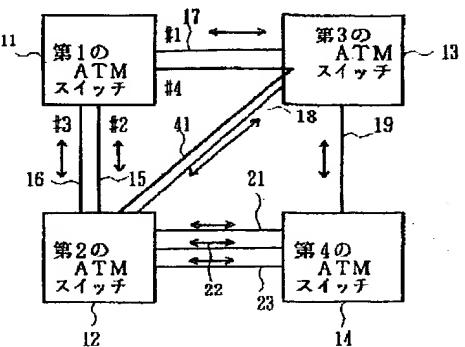
【図1】



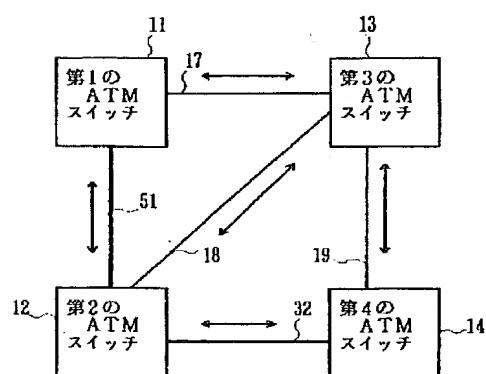
【図2】



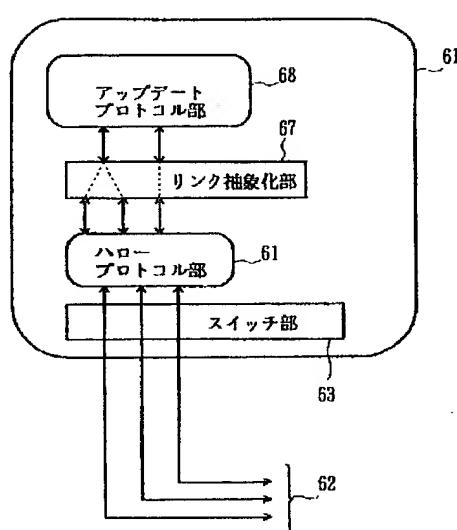
【図3】



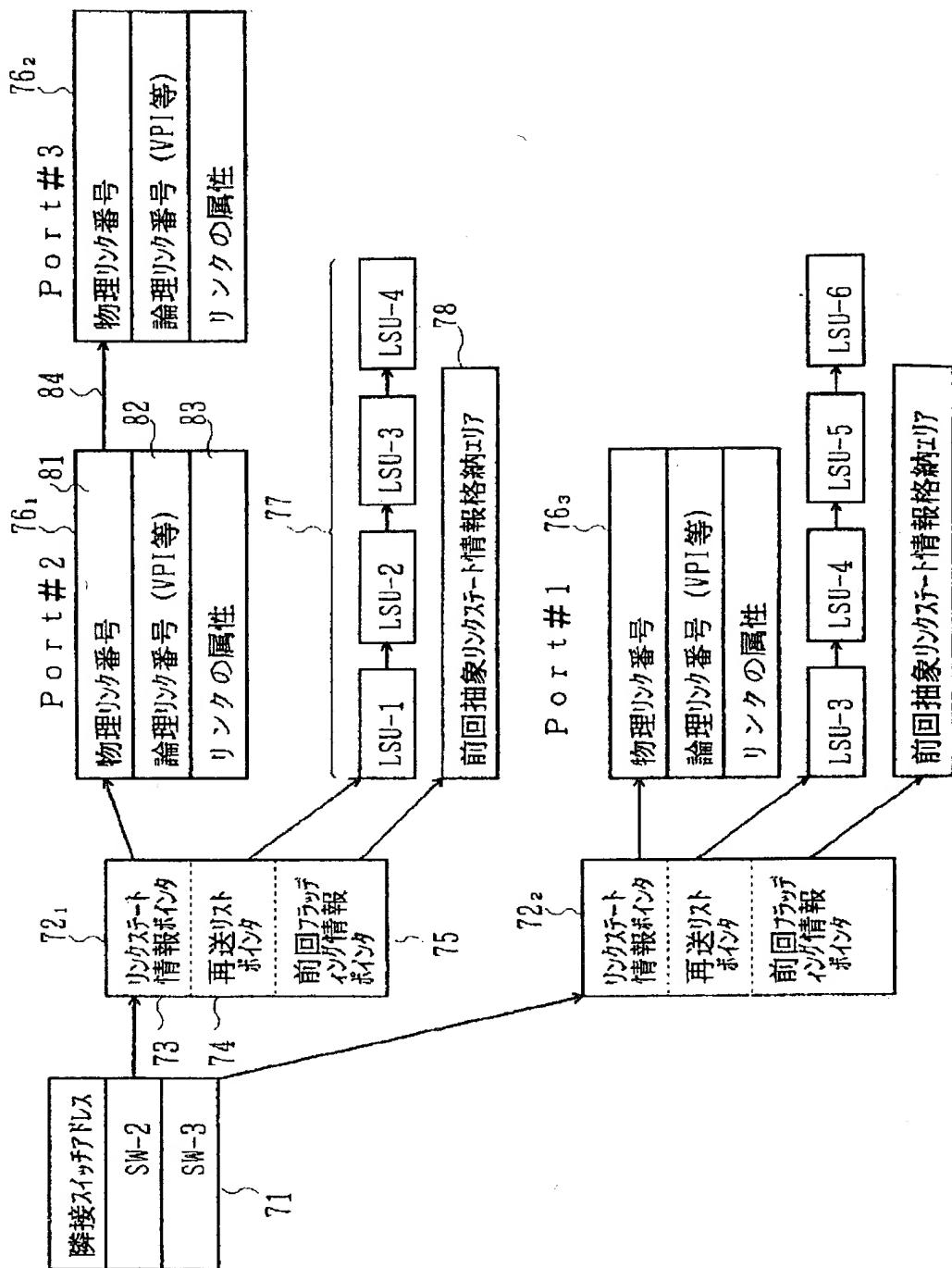
【図4】



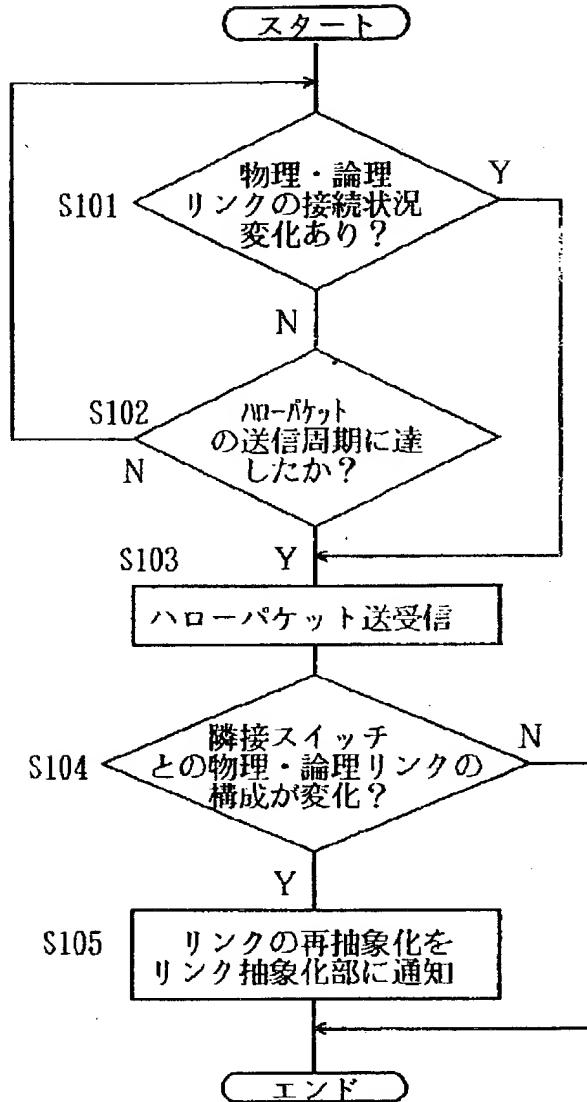
【図5】



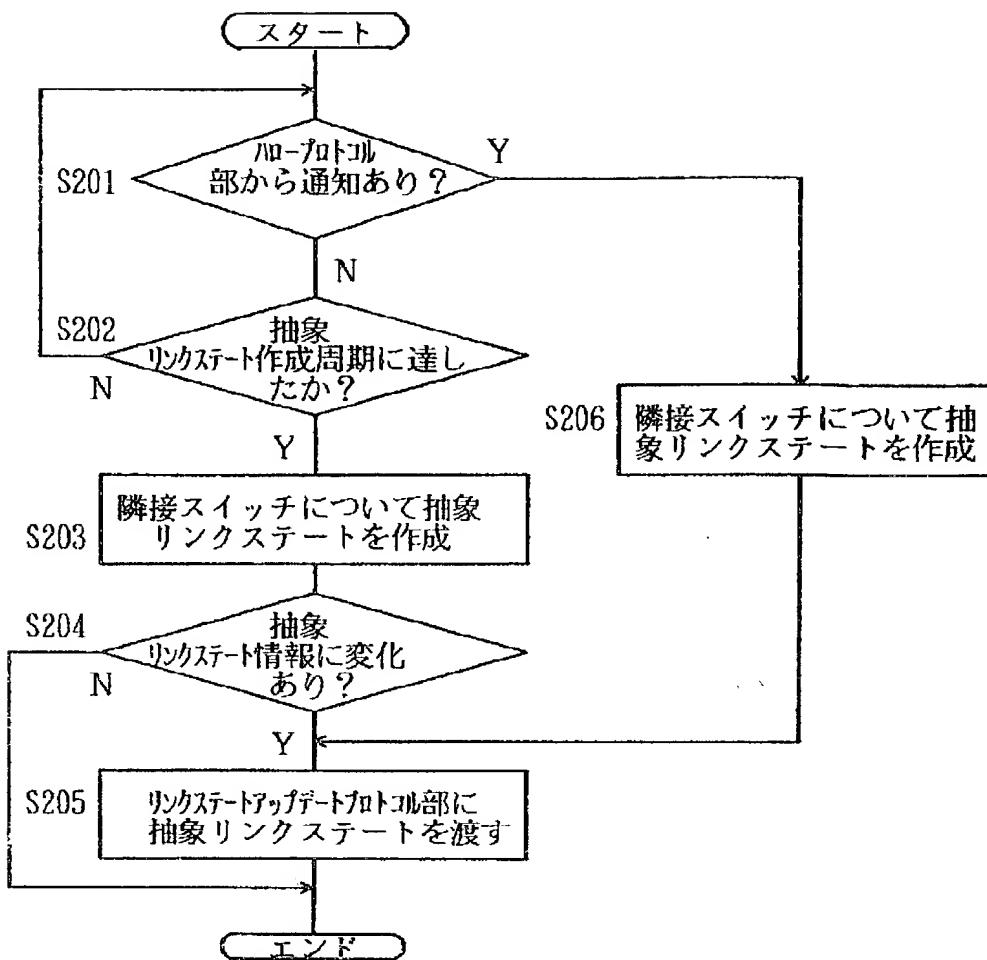
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

